

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ А. С. МАКАРЕНКА



**МУЛЕСА Павло Павлович**

УДК 378.147:[37.011.3-051:51+004]:[008:004.9-028.22](043.3)

**ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ПІДГОТОВКИ  
МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ  
ДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ВІРТУАЛЬНОЇ НАОЧНОСТІ  
У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ**

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

**Реферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора педагогічних наук

Суми – 2024

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Роботу виконано в Сумському державному педагогічному університеті імені А.С. Макаренка (м. Суми), Міністерство освіти і науки України.

**Науковий  
консультант**

доктор педагогічних наук, професор  
**Семеніхіна Олена Володимирівна**,  
професор кафедри інформатики,  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А. С. Макаренка

**Офіційні опоненти:**

доктор педагогічних наук, професор  
**Войтович Ігор Станіславович**,  
Рівненський державний гуманітарний  
університет, завідувач кафедри інформаційно-  
комунікаційних технологій та методики  
викладання інформатики;

доктор педагогічних наук, професор  
**Петрук Віра Андріївна**,  
Вінницький національний технічний університет,  
професор кафедри вищої математики;

доктор педагогічних наук, професор  
**Ткачук Галина Володимирівна**,  
Уманський державний педагогічний університет  
імені Павла Тичини, професор кафедри  
інформатики і інформаційно-комунікаційних  
технологій

Захист відбудеться «26» березня 2024 року о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 55.053.01 у Сумському державному педагогічному університеті імені А.С. Макаренка за адресою 40002, м. Суми, вул. Роменська, 87, ауд. 214.

Із дисертацією можна ознайомитись на сайті <https://sspu.edu.ua/spetsializovana-vchena-rada-d-5505301> та в бібліотеці Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка за адресою 40002, м. Суми, вул. Роменська, 87.

**Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради**



**Ольга КУДРИНА**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність дослідження.** Економічні, інформаційні й суспільні процеси у світі, що відбуваються під впливом глобалізації, пандемічних обмежень та війн, негативно впливають на українське суспільство, ослаблене військовим протистоянням. Україна має постійно захищати власні кордони, підтримувати й розвивати економіку, відновлювати інфраструктуру, що потребує оновлення професійної діяльності і професійної підготовки інженерів, будівельників, аеророзвідників, програмістів, операторів дронів тощо. Успішність професійної діяльності фахівців значною мірою залежить від математичної підготовки й володіння інформаційними технологіями. Тому особливого пріоритету і надзвичайної актуальності набуває фахова підготовка майбутніх учителів математики та інформатики.

Сучасне покоління учнів народилося в еру цифрових технологій і сприймає їх насамперед як інструмент для підтримки власної діяльності (освітньої, інформаційної, професійної). У сприйнятті реального й віртуального світу здобувачів освіти переважають візуальні образи, що відбивається і на вподобаннях, послуговуванні візуальними цифровими середовищами (комп'ютерні ігри, соціальні мережі, симулятори тощо), що зумовлює організацію освітнього середовища, обов'язковими елементами якого будуть наочні образи, створені у віртуальному просторі як віртуальна наочність.

Усвідомлення потреби якісної математичної та інформатичної підготовки, що враховує особливості щодо сприйняття інформаційного контенту, постійний розвиток програмного забезпечення і хмарних сервісів, які базуються на візуальних каналах комунікації, актуалізує проблему випереджувальної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики, здатних до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Аналіз нормативних джерел засвідчує, що в теорії та практиці вищої освіти накопичено значний досвід, який може стати основою модернізації системи професійної підготовки майбутніх учителів, що підтверджується концептуальними та законодавчими документами й державними програмами, серед яких: Закони України «Про освіту» (2017 р.), «Про вищу освіту» (2014 р.), «Про професійну (професійно-технічну) освіту» (2020 р.), Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки (2022 р.), Концепція розвитку педагогічної освіти (2018 р.), Концепція розвитку природничо-математичної освіти (2020 р.), Концепція Нової української школи (2016 р.), Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, Дорожня карта з інтеграції науково-інноваційної системи України до європейського дослідницького простору (2021 р.) та ін.

У теорії та практиці освіти накопичено вагомий досвід, що окреслює перспективні напрями теоретичного переосмислення професійної підготовки майбутніх учителів. Зокрема, визначено теоретико-методологічні засади професійної освіти і професійної підготовки вчителів (В. Биков, О. Набока,

С. Семеріков, О. Семенов, М. Солдатенко та ін.), обґрунтовано теоретико-практичні засади формування різного роду компетентностей вчителя, зокрема, предметної (С. Раков, М. Рафальська та ін.), методичної (І. Акуленко, О. Матяш, Т. Мамонтова та ін.), професійної (О. Кривонос, В. Прошкін, Я. Сікора, Є. Смирнова-Трибульська, О. Спірін та ін.), а також виявлено теоретичні основи формування специфічного типу культури вчителів (інформаційна (Ю. Горошко, Ю. Рамський, Ю. Триус та ін.), візуально-інформаційна (М. Друшляк), конфліктологічна (О. Гречановська) тощо);

Аналіз результатів наукових розвідок щодо вирішення сучасних проблем підготовки вчителів математики та інформатики засвідчив наявність досліджень, які висвітлюють:

- проблеми методичної (І. Войтович, Н. Морзе, С. Семенець, Н. Тарасенкова, А. Теплицька, О. Томащук та ін.) і предметної (М. Жалдак, М. Ковтонюк, В. Петрук, М. Третьяк, В. Швець, О. Шкільний та ін.) підготовки вчителів інформатики та математики;
- практичні засади формування готовності вчителів інформатики та математики до певних дій (готовність до профорієнтаційної діяльності (В. Осадчий, Н. Пономарьова, І. Чорна), до використання ІТ у професійній діяльності (Т. Коломієць, В. Вембер, Н. Дегтярьова), готовність до роботи в профільних класах (В. Швець, Г. Шліхта тощо);
- використання інформаційних технологій у процесі фахової підготовки вчителів (А. Гуржій, В. Лапінський, М. Друшляк, О. Семеніхіна та ін.), у т.ч соціальних мереж і сервісів (М. Tower, S. Latimer, J. Hewit, G. VanDoorn, A. Eklund, M. Yunus, H. Salehi, C. Chenzi та ін.).

Активно досліджуються психологічні та нейрофізіологічні аспекти зорового сприйняття різних об'єктів (Р. Арнхейм, А. Alves, А. Cerqueira, С. Mayer, А. Rausch та ін.), методологічні аспекти візуального мислення та його розвитку (А. Alcaide, R. Banos, R. Herrada, E. Tambouris, С. Tikva, D. Trakosas та ін.); психолого-педагогічні основи особливостей сприйняття світу молодим поколінням (А. Amuno, N. Barnes, А. Lescault та ін.), теоретичні засади когнітивного унаочнення навчального контенту (М. Avgerinou, J. Ericson, J. Mathewson, О. Семеніхіна та ін.), практичні основи використання інфографіки в закладах вищої освіти (D. Alyahya, J. Dunlap, E. Jaleniauskiene, Ju. Kasperuniene, P. Lowenthal та ін.).

У наукових студіях обґрунтовано окремі аспекти використання програмних засобів для візуального супроводу навчання математики та інформатики та підготовки вчителів до такого виду діяльності, зокрема, розроблено концепцію створення й використання комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики (Ю. Триус), науково обґрунтовано систему підготовки майбутніх учителів до використання ІТ (Л. Морська), визначено теоретичні й методичні засади практично-технічної підготовки майбутніх учителів інформатики в умовах змішаного навчання (Г. Ткачук) та змодельовано систему підготовки майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань (О. Семеніхіна).

Водночас аналіз наукових джерел засвідчує відсутність фундаментальних праць, у яких було б обґрунтовано підготовку вчителів до комплексного використання цифрових засобів, які забезпечують застосування віртуальної наочності (програмні засоби предметного спрямування, відео-конференції, віртуальні дошки, ментальні карти тощо; хмарні сервіси (для візуального презентаційного супроводу, робота над спільними документами тощо), можливості штучного інтелекту (генерація завдань, тестів, програмних кодів тощо), які часто використовуються учителями) в навчанні математики та інформатики.

Проведене нами пілотне дослідження проблем використання ІТ у навчанні математики та інформатики (50 учителів Закарпатської та Сумської областей та 50 студентів, майбутніх учителів математики та інформатики) виявило, що використання ІТ в освітньому процесі відбувається за допомогою засобів відеозв'язку та цифрових дистанційних платформ (100%), однак проблемним залишається якісне унаочнення навчального матеріалу у віртуальному освітньому просторі: в школі використовуються презентації (100%) і текстовий навчальний контент (100%); лише половина опитаних зазначила, що вчителі самі розробляють\створюють комп'ютерні моделі знань (54%), вчителі не використовують спеціалізоване програмне забезпечення для динамічного унаочнення зв'язків понять, моделей і явищ (63%), не систематизують матеріал з використанням комп'ютерних інструментів\засобів віртуальної наочності (78%), не послуговуються засобами унаочнення при комп'ютерному тестуванні (79%), не використовують інтернет-ресурси освітнього спрямування для організації\супроводу візуального цифрового простору. Серед причин фрагментарного використання засобів віртуальної наочності визначено як відсутність належного часу на підготовку таких матеріалів (68%), так і передусім неготовність учителів до використання засобів віртуальної наочності у цифровому освітньому середовищі (87%).

Отже, теоретичний аналіз досліджуваної проблеми й вивчення стану розробленості проблеми підготовки вчителів до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності дали змогу виявити низку суперечностей:

на концептуальному рівні

- між суспільним запитом на висококваліфікованих фахівців, здатних швидко сприймати й наочно супроводжувати різного роду й обсягу інформаційний контент, та відсутністю обґрунтованих освітніх стратегій щодо активного впровадження засобів віртуальної наочності в інформатико-математичну підготовку молоді;
- між появою покоління візуалів, які активно споживають інформаційний контент зоровими каналами сприйняття, та недооцінкою значення засобів віртуальної наочності у професійній діяльності вчителів;

на соціально-педагогічному рівні:

- між розвитком інформаційних технологій і засобів, які уможливають візуалізацію різного, у т.ч. навчального, контенту, та недостатнім

- використанням таких засобів в освітньому процесі загалом і навчанні математики та інформатики в закладах загальної середньої освіти, зокрема;
- між потенціалом освітньо-професійних програм підготовки вчителів математики й інформатики та недостатньою їх орієнтованістю на формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;
- на теоретико-методичному рівні:
- між об'єктивною потребою суспільства в учителях математики та інформатики, здатних працювати інноваційно, та обмеженістю теоретичних уявлень про системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;
  - між розробленістю загальної теорії й методики професійної педагогічної підготовки та недостатнім обґрунтуванням теоретико-практичних засад підготовки вчителів математики та інформатики використовувати засоби віртуальної наочності у професійній діяльності.

Теоретична та практична значущість проблеми, необхідність розв'язання виявлених суперечностей зумовили вибір теми дослідження *«Теорія і практика підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності»*.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану наукових досліджень Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка в межах комплексної науково-дослідної теми кафедри інформатики «Професійне становлення фахівця в умовах цифрового освітнього середовища» (номер державної реєстрації № 0120U100572) та Ужгородського національного університету як складова комплексної науково-дослідної теми кафедри кібернетики і прикладної математики.

Тему дисертаційного дослідження затверджено Вченою радою Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка (протокол № 3 від 22 жовтня 2021 р.).

**Об'єкт дослідження** – процес професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

**Предмет дослідження** – педагогічна система підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

**Мета дослідження** полягає в розробленні, теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Відповідно до поставленої мети в дослідженні визначено такі **завдання**:

1. Виявити стан розробленості проблеми підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

2. Схарактеризувати і класифікувати засоби віртуальної наочності як цифровий інструмент професійної діяльності вчителів математики та інформатики.

3. З'ясувати сутність і структуру готовності вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

4. Теоретично обґрунтувати педагогічну систему підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

5. Визначити практичні аспекти реалізації підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

6. Визначити показники і схарактеризувати рівні готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності

7. Експериментально перевірити ефективність розробленої педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

*Провідна ідея дослідження:* готовність майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності є одним із обов'язкових результатів професійної підготовки. Така підготовка має враховувати стан і рівень розвитку цифрових технологій і засобів та важливість опанування майбутніми учителями математики та інформатики навичками моделювання знань, їх узагальнення та систематизації з використанням засобів віртуальної наочності.

**Концепція** дослідження базується на обґрунтуванні педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності й реалізується на трьох рівнях.

*Філософський рівень* концепції розкриває діалектику процесу підготовки вчителів на сучасному етапі розвитку суспільства. Завдяки діалектичному підходу стали можливими: дослідження педагогічних процесів у взаємних зв'язках, динаміці свого розвитку; спостереження кількісних змін та їх перехід у якісні характеристики майбутніх учителів; фіксація внутрішніх взаємних зв'язків і суперечностей, дослідження суперечностей для визначення рушійних сил освітнього процесу; послуговування законом заперечення заперечень для аналізу в єдності теоретичних і практичних аспектів підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

*Загально науковий рівень* концепції оперує категоріями *системного підходу*, що уможливорює сприйняття та подальший аналіз професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики як цілісного динамічного процесу із особливою структурою й особливим психолого-педагогічним і методичним супроводом.

*Конкретно науковий рівень* концепції характеризує взаємодію низки методологічних підходів, які у своїй інтегративній єдності дозволяють отримати цілісне уявлення про сутність, структуру й особливості підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Використання ідей синергетичного підходу забезпечує сприйняття підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності в професійній діяльності як відкритої педагогічної системи, якій властиві нелінійність, динамічність, нестійкість і нестабільність. У цій педагогічній системі особистість студента є також складною самоорганізованою системою, яка перебуває в стані саморозвитку.

*Акмеологічний підхід* аргументує використання інтерпретації поняття «готовність до використання засобів віртуальної наочності в професійній діяльності» як невід'ємного складника в системі результатів професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики, який перебуває в постійному розвитку до вершини акме педагогічної майстерності. Розвиток готовності вчителів до використання засобів віртуальної наочності в освітньому процесі відображається в постійному оволодінні новими знаннями про розвиток ІТ, постійним прагненням опановувати засоби віртуальної наочності й використовувати їх у професійній діяльності.

Урахування ідей *метапредметного підходу* уможлиблює усвідомлення професійних дій вчителя як комплексного рішення педагогічної проблеми, що враховує попередні та водночас потенційні майбутні результати. Підхід забезпечує інтеграцію традиційних шляхів опанування різних, у т.ч. предметно-орієнтованих дисциплін, та поширених способів пізнання навколишнього світу через міждисциплінарні зв'язки.

Орієнтація на *когнітивно-візуальний підхід* уможлиблює переведення навчання з більшою мірою вербального рівня на рівень цифрової наочності. Практика когнітивних підходів свідчить, що навчання проходить успішно, коли мозок створює власні ментальні структури, і сповільнюється і, навіть, сприймається негативно, якщо нав'язуються готові структури під час передавання інформації. Поєднання візуального образу із текстом та усним супроводом призводить до більш глибокого (багатосенсорного) сприйняття дійсності. Когнітивно-візуальний підхід використано з метою актуалізації вже сформованих внутрішніх та формування нових асоціативних зв'язків між поняттями і процесами. Реалізація підходу є можливою саме з використанням цифрових технологій і засобів, у т.ч. спеціалізованого (предметного) спрямування.

*Рефлексивно-діяльнісний підхід* залучено через неперервну систематизовану зміну різних видів діяльності суб'єктів освітнього процесу, які знаходяться у відношеннях продуктивної взаємодії. Їх діяльність є системною і водночас творчою, а тому потребує рефлексії задля виявлення успішних практик, що сприяє знаходженню шляхів для особистісного розвитку майбутніх учителів математики та інформатики.



*BYOD-підхід* задіяно з метою пришвидшення доступу до освітніх ресурсів та опанування засобів віртуальної наочності через використання власних пристроїв, які часто є більш потужними і більш зручними для використання.

**Методи дослідження.** Для досягнення мети й вирішення поставлених завдань використано такі наукові методи:

*теоретичні:*

- аналіз і систематизація філософської, педагогічної та психологічної літератури, праць вітчизняних і зарубіжних науковців, нормативно-правових документів, методичних матеріалів, на основі яких визначено сучасні тенденції у підготовці вчителів математики та інформатики;

- ретроспективний та компаративний аналіз наукових джерел, понять і теорій, який проведено для порівняння, зіставлення та узагальнення різних поглядів на впровадження цифрових технологій у професійну підготовку вчителів;

- ретроспективний та еволюційний аналіз програмних засобів з метою уточнення цифрового інструментарію вчителя математики та інформатики для унаочнення навчального контенту, класифікації засобів віртуальної наочності;

- термінологічний аналіз для тлумачення і уточнення основних дефініцій дослідження;

- методи міжгалузевого синтезу для виявлення взаємного впливу понять і методів математики та інформатики на предметну підготовку вчителя математики та інформатики;

- структурно-логічний аналіз для визначення структури готовності вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності та розроблення діагностичного апарату дослідження;

- методи індукції, дедукції і аналогії для побудови концепції підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;

- абстрагування, системне структурування, теоретичне моделювання для цілісного подання педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності у єдності її компонентів;

*емпіричні:*

- вивчення й узагальнення вітчизняного та зарубіжного практичного досвіду, спостереження, самоспостереження для визначення суперечностей у підготовці майбутніх учителів математики та інформатики;

- анкетування, бесіди з учителями, студентами й учнями для виявлення практичного стану використання засобів віртуальної наочності вчителями математики та інформатики;

- експертні оцінки для обґрунтування організаційних та педагогічних умов підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;

- тестування, опитування для діагностування рівнів через показники готовності вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності та встановлення динаміки відповідних змін;

- педагогічний експеримент для перевірки ефективності педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;

*статистичні:*

- метод ранжування для обґрунтування достовірності експертної думки щодо ефективності педагогічних і організаційних умов;

- критерій хі-квадрат для підтвердження нормальності розподілів навчальних результатів для контрольної та експериментальної груп;

- критерій Стьюдента для оцінки середніх для контрольних і експериментальних груп.

### **Наукова новизна одержаних результатів:**

*вперше:*

- розроблено, теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено *результативність педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;*

- подано авторське тлумачення поняття «*засоби віртуальної наочності*», *класифіковано засоби віртуальної наочності за видами професійної діяльності вчителя;*

- визначено сутність поняття «*готовність учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності*», розкрито його структуру в єдності мотиваційного, когнітивного, інструментального, методичного, рефлексивного компонентів;

- *визначено теоретичні й практичні засади підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;*

*подальшого розвитку* набули наукові положення теорії і практики підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності; наукові уявлення про сутність, структуру, критеріальні та рівневі ознаки готовності вчителів до використання віртуальної наочності та засобів її створення.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробленні й упровадженні у практику роботи університетів відповідного навчально-методичного забезпечення системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності, яке охоплює: відповідний теоретико-методичний супровід (монографія «Засоби віртуальної наочності у роботі вчителів математики та інформатики і підготовка вчителів до їх використання»); методичний супровід для дисциплін «Віртуальна наочність у роботі вчителя», «Віртуальна наочність та доповнена реальність», «ІТ у освітній діяльності в умовах НУШ», «Цифрові

технології у професійній діяльності вчителів математики», «Сучасні проблеми навчання математики та інформатики учнів покоління альфа», «Архітектура ПК», «Спеціальне ПЗ для захисту ОС», «Основи вільно поширюваного ПЗ», «Бази даних» (робочі програми, короткі матеріали лекцій, лабораторних занять, матеріали для контролю знань, завдання для самостійної роботи та виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань, бібліографічні покажчики тощо).

**Експериментальна база дослідження.** Дослідження проведено на базі Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка, ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (№ 738/01-14 від 29.04.2022), ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (№ 01-10-147 від 10.04.2023), Луцького національного технічного університету (262/01-14 від 17.03.2023), Львівського національного університету імені Івана Франка (протокол № 1-20 від 20.03.2023), Закарпатського інституту післядипломної педагогічної освіти (№ 01-08/163 від 28.04.2023), Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (08/17-658 від 17.04.2023), Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (4101-227 від 10.04.2023), Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол № 8 від 6.05.2022).

Розроблені матеріали можуть бути використані: науковцями, які досліджують проблеми професійної підготовки математики та інформатики, з метою поширення провідних ідей дослідження у практику професійної освіти; викладачами, які задіяні в реалізації освітньо-професійних програм спеціальностей 014 Середня освіта (Математика; інформатика) для удосконалення нормативних і варіативних дисциплін та спецкурсів інформатико-математичного спрямування; вчителями, які зацікавлені в унаочненні процесу навчання математики та інформатики, для організації та візуального супроводу освітнього процесу; педагогами інститутів післядипломної освіти для перепідготовки учителів або стажування вчителів математики та інформатики; для удосконалення нормативних і варіативних дисциплін та спецкурсів інформатико-математичного спрямування; студентами педагогічних спеціальностей при підготовці кваліфікаційних (курсівих, бакалаврських, магістерських) робіт.

**Особистий внесок** здобувача в роботах, опублікованих у співавторстві, полягає у: візуалізації динамічних даних та використанні відповідного програмного забезпечення [2], аналізі соціальних мереж через схеми і таблиці [3], аналізі актуальних публікацій для обґрунтування мети статті [5]; зборі емпіричних даних та їх опрацюванні [12; 19; 20], систематизації матеріалу про умови підготовки вчителів [14], добір і обґрунтування критеріїв і показників [15; 16], візуалізації систем навчання та відповідних алгоритмів їх опрацювання [17], візуалізації моделей підготовки фахівців [18], поданні ідеї та загальному редагуванні роботи [21], узагальненні матеріалу про стан розробленості проблеми дослідження [22], підборі й описі вправ та загальному редагуванні роботи [23-24; 26-28], визначенні рівня підготовленості студентів спеціальності 014 [30], поданні ідеї та загальному редагуванні роботи [29; 31; 32; 40].

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення й висновки роботи обговорювалися й отримали позитивну оцінку на засіданнях кафедри інформатики (2020-2022 рр.) та Наукової лабораторії «Використання ІТ в освіті» (2021-2023 р.) Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка, кафедри кібернетики і прикладної математики Ужгородського національного університету (2021-2023 р.).

Основні положення дисертації представлено в доповідях та панельних дискусіях наукових, науково-практичних і науково-методичних заходах різних рівнів, зокрема,

*міжнародних конференціях:* «Data Stream Mining & Processing» (Львів, 2020), «Experimental and theoretical research in modern science» (Кишинев, Молдова, 2021), «Science, education, innovation: topical issues and modern aspects» (Талін, Естонія, 2021), «Наука, освіта та суспільство в XXI столітті: наукові ідеї та механізми реалізації» (Кропивницький, 2022); «Актуальні питання науки, освіти та технологій» (Біла церква, 2022); «Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації» (Івано-Франківськ, 2022), «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2022); «Сучасні інформаційні технології в освіті і науці» (Умань 2023), «Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції» (Кропивницький, 2023); «ICT and Electronics Convention» (Опатія, Хорватія, 2023);

*міжнародній науковій школі-семінарі* «Теорія прийняття рішень» (Ужгород, 2021);

*міжнародному симпозіумі* «2nd Myroslav I. Zhaldak Symposium on Advances in Educational Technology (AET 2021)» (Кривий Ріг, 2021);

*усеукраїнських:* «Інформаційні технології в професійній діяльності» (Рівне, 2021);

*регіональних* «Підсумкова студентська наукова конференція факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ «УжНУ» (Ужгород, 2021-2022).

**Кандидатська дисертація** на тему «Інтелектуальний аналіз медичних даних на основі гібридних нейромереж» за спеціальністю 05.13.23 – системи та засоби штучного інтелекту» була захищена у спеціалізованій вченій раді Д 64.052.01 Харківського національного університету радіоелектроніки у 2015 році. Матеріали кандидатської дисертації у тексті докторської дисертації не використовувались.

**Публікації.** Основні наукові положення дисертаційної роботи висвітлено в 41 публікації (із них 18 – одноосібні): 1 монографія, 16 статей у наукових фахових виданнях України, 7 публікацій у періодичних закордонних наукових виданнях, з яких 5 (3 статті і 2 публікації у матеріалах конференцій) індексуються міжнародними наукометричними базами Web of Science і Scopus, 5 навчально-методичних праць, 13 матеріалів апробаційного характеру.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (286 найменувань, з них 55 – іноземною мовою),

18 додатків на 50 сторінках. Робота містить 38 таблиць і 122 рисунка. Загальний обсяг дисертації становить 478 сторінок, із них основного тексту – 361 сторінка.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **Вступі**: обґрунтовано актуальність теми дослідження, її зв'язок із науковими темами, планами, програмами, визначено науковий апарат, представлено концепцію дослідження на філософському, загальнонауковому і конкретно науковому рівнях, розкрито наукову новизну та практичне значення дисертаційної роботи, наведено відомості про апробацію та впровадження одержаних результатів, подано інформацію про особистий внесок здобувача у роботах, написаних у співавторстві, а також дані про структуру й обсяг дисертації.

У першому розділі **«Професійна підготовка майбутніх вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у сучасних освітніх практиках»** виявлено стан розробленості проблеми підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності, а також схарактеризовано і класифіковано засоби віртуальної наочності як цифровий інструмент професійної діяльності вчителів математики та інформатики.

На основі теоретичного аналізу результатів науково-педагогічних розвідок щодо професійної підготовки вчителя встановлено основні тренди модернізації професійної підготовки вчителя: акценти на видах професійної підготовки (методична, предметна, психолого-педагогічна); орієнтованість на формування компетентності (предметна, методична, професійна тощо); формування специфічного типу культури вчителя (інформаційна, візуально-інформаційна, конфліктологічна тощо); формування готовності вчителя до певних дій (готовність до профорієнтаційної діяльності, до використання ІТ у професійній діяльності, готовність до роботи в профільних класах тощо); використання ІТ у процесі професійної підготовки вчителя, у т.ч соціальних мереж і сервісів; урахування психологічних особливостей молодого покоління в розрізі конкретних навчальних предметів і освіченості загалом. Обґрунтовано, що останні тренди визначають повсюдне використання інформаційних технологій і засобів молоддю, яка орієнтована на споживання і засвоєння візуальних даних, наочних образів і моделей різних явищ, понять і процесів, які її оточують.

Аналітичний огляд державних документів дозволив встановити, що майбутні вчителі за результатами їх професійної підготовки мають набути здатностей розв'язувати як стандартні, так і нестандартні професійні завдання підвищеної складності з використанням ІТ, взаємодіяти в інформаційно-комунікаційному освітньому середовищі тощо. Однак за результатами аналізу освітніх програм (ОПП) спеціальності 014 «Середня освіта», зокрема предметних спеціальностей 014.04 «Середня освіта (Математика)» та 014.09 «Середня освіта (Інформатика)» для першого (бакалаврського) і другого

(магістерського) рівня вищої освіти виявлено, що зазначені в них компетентності та програмні результати навчання фрагментарно орієнтовані на підготовку майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Системний аналіз ОПП підтвердив, що:

- у підготовці майбутніх учителів математики інформатичні дисципліни займають невелику частину навчального навантаження (орієнтовно 10-15%), причому на магістерському рівні менше, ніж на бакалаврському; різні ОПП містять орієнтовно однакові результати підготовки після опанування інформатичних дисциплін (іноді вони групуються в один наскрізний курс інформатики), що свідчить про подібність у результатах ІТ-підготовки; орієнтовно 30-40% навчального навантаження з інформатичних дисциплін відводиться на аудиторну роботу (лекції та лабораторні заняття); на самостійну роботу студентів відводиться до 60-70% всього запланованого на інформатичні дисципліни навчального часу; відсутні освітні компоненти, які орієнтовані на формування у майбутніх учителів умінь використовувати наочність, створену у віртуальному середовищі, для підтримки освітнього процесу за винятком програм створення презентацій;

- у підготовці майбутніх учителів інформатики на дисципліни інформатичного циклу відведено майже половину навчального часу, окрім того: різні ОПП містять однакові за змістом інформатичні дисципліни, що свідчить про подібність ОПП; в ОПП передбачено достатню математичну підготовку, причому в більшості випадків передбачено і опанування спеціалізованих комп'ютерних математичних середовищ; орієнтовно 30-40% навчального навантаження з інформатичних дисциплін відводиться на аудиторну роботу; крім програм для створення презентацій пропонуються до вивчення дисципліни у галузі комп'ютерної графіки анімації комп'ютерного моделювання; водночас в ОПП не передбачається цілеспрямоване формування вмій унаочнення навчального матеріалу з використанням комп'ютерних засобів, а також формування умінь використовувати авторські наочні матеріали для супроводу професійної діяльності.

За результатами аналізу ОПП загалом констатовано, що: компетентності та програмні результати навчання в ОПП лише частково пов'язані зі здатністю майбутніх учителів математики та інформатики до візуального супроводу освітнього процесу; діяльність закладів вищої освіти з підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до візуального супроводу освітнього процесу не є системною; на рівні адміністрації закладів та випускових кафедр наявне усвідомлення важливості такої підготовки через оновлення освітніх програм, впровадження окремих спецкурсів і варіативних дисциплін та інтернаціоналізації освітньої діяльності закладу. Проведений аналіз надав підстави для висновків, що високий рівень підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до якісного візуального супроводу освітнього процесу неможливо забезпечити в межах наявних ОПП.

На основі термінологічного аналізу понять «наочність» і «віртуальний» визначено ключове поняття дослідження «*віртуальна наочність*» як об'єкт (продукт, модель тощо), що використовується для показу\ демонстрації під час навчання і створений уявою суб'єкта учіння або ж з використанням комп'ютерних технологій чи засобів учителем чи учнем. Для більш повного уявлення про віртуальну наочність у контексті освітньої діяльності використано метод структурно-логічного аналізу для класифікації віртуальної наочності за типом сприйняття: статична, динамічна, інтерактивна, хоча можливий перетин для окремих позицій між видами з урахуванням способу побудови (на прикладі моделі – статична, динамічна, інтерактивна).

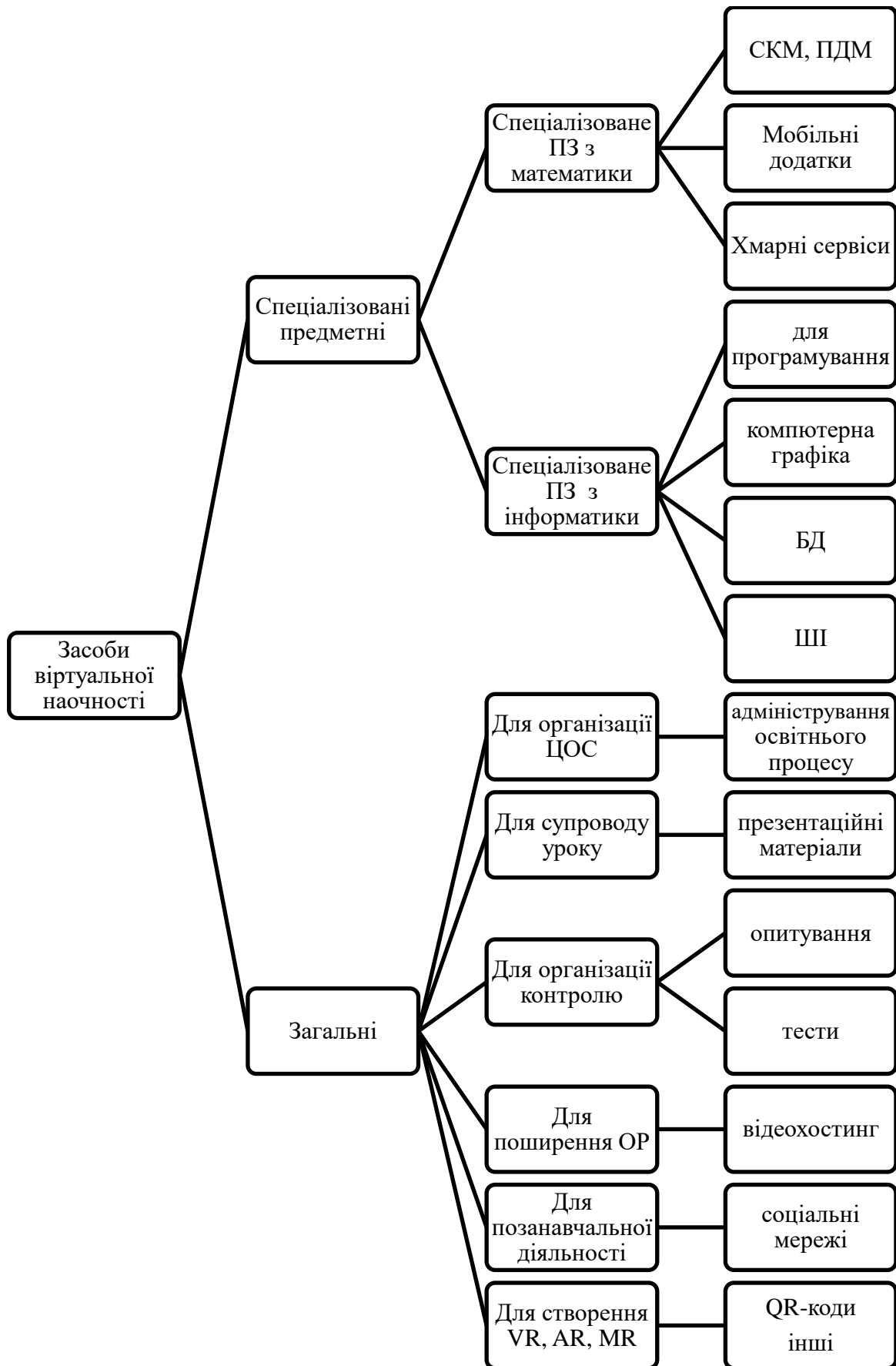
Термінологічний аналіз понять «наочність», «віртуальний», «віртуальна наочність», «засіб» уможливив тлумачення терміна «засоби віртуальної наочності» – спеціалізоване програмне забезпечення, з використанням якого створюються візуальні продукти, що розробляються за принципом когнітивної візуалізації, враховують психо-фізіологічні особливості сприйняття учнів, активізують їх пізнавальну діяльність і допомагають суб'єктам навчання опанувати навчальний матеріал. Аналіз засобів віртуальної наочності дозволив їх *класифікацію* за видами професійної діяльності вчителя (рис. 1).

Обґрунтовано, що використання засобів віртуальної наочності дозволяє оперативно і комплексно доповнювати та розширювати зміст навчальних дисциплін, а також більш якісно організувати цифрове освітнє середовище для стимулювання активної взаємодії між суб'єктами освітнього процесу.

Отже, у розділі представлено вирішення першого і другого завдань дослідження.

У другому розділі «**Теоретичні засади професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності**» з'ясовано сутність і структуру готовності вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності; розроблено і теоретично обґрунтовано педагогічну систему підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Узагальнення наукових розвідок з проблеми дослідження, а також термінологічний і структурно-логічний аналіз ключових дефініцій «готовність», «засоби віртуальної наочності» та професійних функцій учителя дозволив уточнити поняття «готовність майбутнього вчителя математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності» – це особистісна якість, яка характеризує здатність вчителя математики та інформатики використовувати засоби віртуальної наочності у професійній діяльності та інтегрує в собі: прагнення застосовувати віртуальну наочність та засоби її створення в освітньому процесі, спеціалізовані знання (про види і типи віртуальної наочності, різновиди спеціалізованого ПЗ для її створення);



**Рис. 1. Класифікація засобів віртуальної наочності за видами професійної діяльності вчителя**



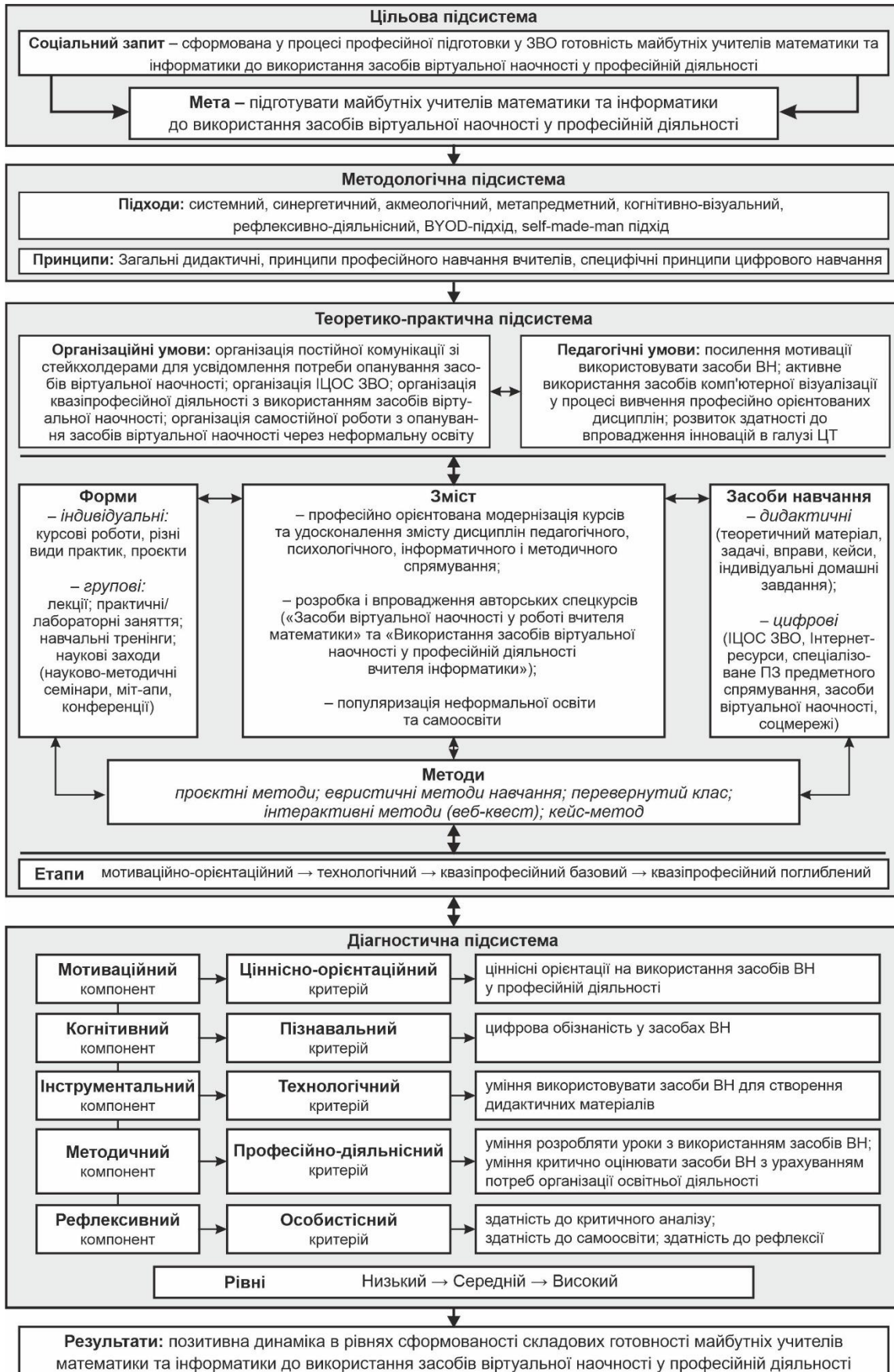
методики використання засобів віртуальної наочності з урахуванням психофізіологічних вимог їх розроблення тощо); спеціалізовані технологічні уміння (уміння працювати із засобами віртуальної наочності) та методичні навички (володіння методиками використання засобів віртуальної наочності у навчанні математики та інформатики), а також навички рефлексивної самооцінки успішності використання засобів віртуальної наочності для подальшої творчої самореалізації та професійного самовдосконалення.

На основі структурно-логічного аналізу визначено сутність і структурні компоненти готовності майбутнього вчителя математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності: мотиваційний як усвідомлення потреби використовувати засоби віртуальної наочності у професійній діяльності; когнітивний як систему знань про засоби віртуальної наочності та особливості їх застосування у професійній діяльності вчителя; інструментальний як систему уміння використовувати засоби віртуальної наочності для створення дидактичних матеріалів (математика\інформатика); методичний як володіння методиками використання віртуальної наочності у навчанні учнів математики\інформатики; рефлексивний як навички критичного аналізу результатів використання засобів віртуальної наочності в освітньому процесі.

Визначено, що формування готовності майбутнього вчителя математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності може відбуватися в межах навчання на відповідних ОПП і водночас є особливо організованим процесом професійної підготовки, в якому враховано стан і рівень розвитку цифрових технологій і засобів та передбачено опанування майбутніми вчителями математики та інформатики навичок моделювання знань, їх узагальнення та систематизації з використанням засобів віртуальної наочності.

На основі абстрагування, системного структурування та теоретичного моделювання розроблено, теоретично обґрунтовано педагогічну систему підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності як упорядковану множину взаємно пов'язаних структурних елементів-підсистем, що в гармонійному поєднанні і взаємодії утворюють особливу структуру, яка реалізується в межах ОПП і спрямована на формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності (рис. 2).

Основними компонентами педагогічної системи стали: науково-обґрунтована система цілей – *цільова підсистема*; методологічна основа формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності – *методологічна підсистема*; теоретичні і практичні засади формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності – *теоретико-практична підсистема*; критеріальна основа для визначення готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності



**Рис. 2. Модель педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів ВН у професійній діяльності**

і сформована за кожним із показників база діагностики рівнів готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності – *діагностична підсистема*.

Методологічним базисом реалізації педагогічної системи стали системний, синергетичний, акмеологічний, метапредметний, когнітивно-візуальний, рефлексивно-діяльнісний, BYOD- і self-made-man підходи. Їхній взаємозв'язок і опосередкований вплив на організацію освітнього процесу вимагали додатково задіяти сукупність принципів формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності: *загальні дидактичні принципи* (науковості; системності та послідовності; доступності; міцності засвоєння знань, умінь і навичок; емоційності); *принципи професійного навчання вчителів математики та інформатики* (принцип диференційованої фундаментальності; принцип провідної ідеї; принцип «навчаючи, навчай навчати»); *специфічні принципи цифрового навчання* (інноваційності, активного використання засобів віртуальної наочності, інтеграції педагогічних та цифрових технологій, популяризації неформальної освіти, залучення соціальних мереж і сервісів).

Теоретико-практична підсистема увиразнює особливості процесу професійної підготовки вчителів математики та інформатики: удосконалення змісту (професійно орієнтовану модернізацію курсів та удосконалення змісту дисциплін педагогічного, психологічного, інформатичного і методичного спрямування; розробку і впровадження авторських спецкурсів («Засоби віртуальної наочності у роботі вчителя математики» та «Використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності вчителя інформатики»); популяризацію неформальної освіти та самоосвіти) при використанні відповідних форм, методів і засобів навчання.

Процес реалізації педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності умовно поділено на етапи: *мотиваційно-орієнтаційний* (1-2 курс, ознайомлення із засобами ВН, сприйняття їх як допоміжних засобів навчання, поглиблення знань про інструменти унаочнення навчального матеріалу предметного спрямування) *технологічний* (3-4 курс, опанування засобів ВН аналіз шляхів застосування засобів ВН у майбутній професійній діяльності); *квазіпрофесійний базовий* (4 курс, застосування засобів ВН у процесі педагогічної практики базової школи); *квазіпрофесійний поглиблений* (5-6 курс, застосування засобів ВН у процесі педагогічної практики профільної школи).

Результатом упровадження педагогічної системи є позитивна динаміка в рівнях сформованості складових готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Отже, у розділі представлено вирішення третього і четвертого завдань дослідження.

У третьому розділі **«Практичні засади підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної**

**наочності у професійній діяльності»** визначено практичні аспекти реалізації підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Для виявлення організаційних та педагогічних умов успішної підготовки вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності було складено перелік умов, які потенційно могли вплинути на результативність підготовки вчителів математики та інформатики та проведено їх експертну оцінку з метою виявлення потенційно найбільш дієвих. До експертизи залучено сім викладачів математичних та інформатичних дисциплін, які задіяні в реалізації освітньо-професійних програм підготовки вчителів математики та інформатики бакалаврського і магістерського рівнів, у власній професійній діяльності використовують засоби віртуальної наочності та мають власний викладацький досвід не менше п'яти років. За результатами експертизи обґрунтовано доцільність дотримання таких *організаційних та педагогічних умов*.

*Перша організаційна умова – організація інформаційно-цифрового освітнього середовища (ІЦОС) ЗВО.* ІЦОС формується всіма учасниками освітнього процесу і становить сукупність технічних і програмних засобів зберігання, обробки й передачі інформації. У межах ІЦОС є можливими: інтеграція наявних інформаційних ресурсів та їх раціональне використання; розв'язання проблеми якісного інформаційного забезпечення освітніх компонентів; узагальнення й поширення кращого педагогічного досвіду. Організація ІЦОС створює можливість для майбутніх учителів математики та інформатики послуговуватись цифровим простором, який заздалегідь насичений візуальними освітніми матеріалами.

*Друга організаційна умова – організація квазіпрофесійної діяльності з використанням засобів віртуальної наочності.* Реалізація цієї умови передбачає таку організацію освітнього процесу, за якої студент є активним діячем, що залучений до взаємодії із суб'єктами освітнього процесу («студент-студент», «викладач-студент») в ІЦОС ЗВО. Опанувавши дисципліни ОПП, майбутні педагоги усвідомлено обирають моделі професійної поведінки. Відповідно, застосування засобів віртуальної наочності у процесі вивчення дисциплін допомагає студентам не тільки більш якісно засвоювати програмний матеріал, але й спробувати себе в ролі вчителя, який використовує засоби віртуальної наочності як засоби навчання учнів у процесі педагогічної практики.

*Третя організаційна умова – організація постійної комунікації зі стейкхолдерами для усвідомлення потреби опанування засобів віртуальної наочності.* Постійна комунікація із зовнішніми стейкхолдерами дає змогу здійснювати системну підготовку вчителів з урахуванням наявних успішних учительських практик використання засобів віртуальної наочності. Ознайомлення з реальними потребами майбутньої вчительської діяльності дозволяє посилити навчальну і професійну мотивацію студентів та сформувати в них прагнення опанувати спеціалізовані програми і онлайн-сервіси для саморозвитку, а залучення експертів до викладацької діяльності в реалізації

ОПШ продемонструє потрібні навички використання засобів віртуальної наочності та закцентує увагу на типових помилках молодих учителів під час організації візуального супроводу в навчанні учнів.

*Четверта організаційна умова – організація самостійної роботи з опанування засобів віртуальної наочності через неформальну освіту.* Натепер професійний рівень фахівця, його зростання, соціальна адаптація залежать насамперед від уміння проявляти ініціативу, розв'язувати нестандартні задачі, від здатності планувати та представляти результати самостійних дій. Це потребує відповідної переорієнтації самостійної роботи тих, хто навчається, з традиційної (виконати домашнє завдання, підготувати доповідь, виступити на семінарі тощо) на розвиток внутрішньої та зовнішньої самоорганізації для побудови індивідуальної траєкторії самостійного навчання й саморозвитку.

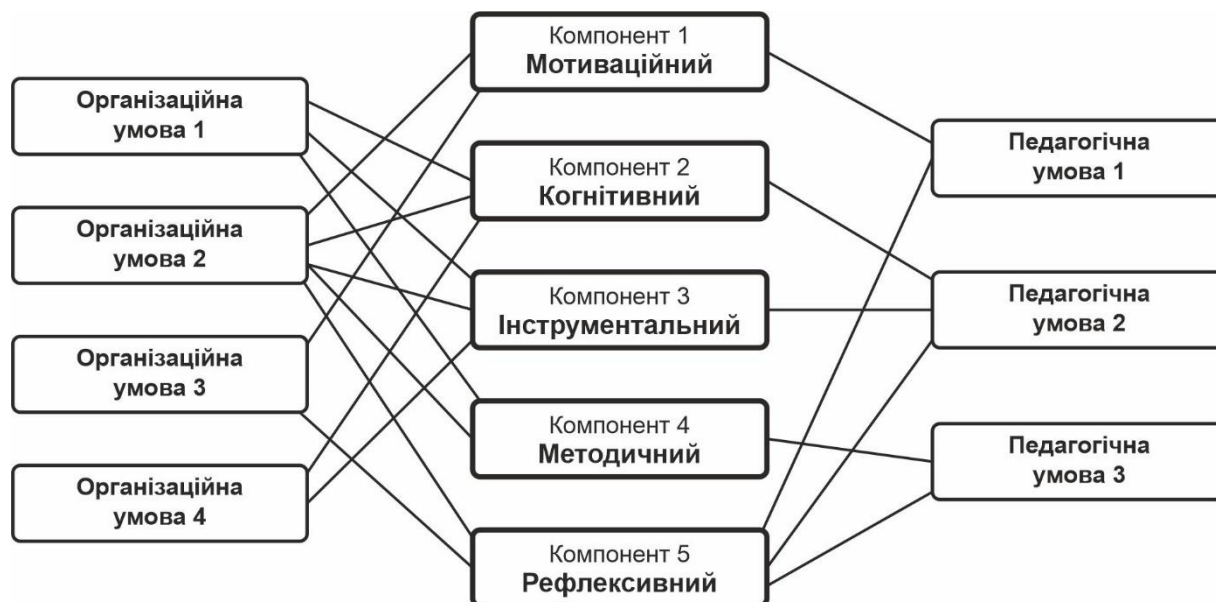
*Перша педагогічна умова – посилення мотивації використовувати засоби віртуальної наочності.* Мотивація використовувати засоби віртуальної наочності має бути наявною у всіх суб'єктів освітнього процесу. Викладачі мають активно послуговуватися віртуальною наочностю під час навчання майбутніх учителів, чим демонструвати можливості застосування інформаційних технологій для візуальної підтримки в навчанні та посилювати мотивацію їх використовувати в майбутній професійній діяльності вчителя. Важливо також передбачити спеціальні заходи з метою посилення прагнень послуговуватися засобами віртуальної наочності, серед яких дієвим інструментом є організація практикумів і майстер-класів з опанування спеціалізованих засобів, інноваційних методик їх застосування.

*Друга педагогічна умова – активне використання засобів комп'ютерної візуалізації у процесі вивчення професійно орієнтованих дисциплін.* Сприйняття великої кількості інформації при візуальному її зчитуванні у віртуальному просторі задає високий темп людській увазі, яка має утримувати в пам'яті одночасно велику кількість джерел. Тому залучення спеціалізованого програмного забезпечення для візуалізації будь-чого (понять, залежностей, процесів тощо), з одного боку, спростить процес навчання, а з іншого, – продемонструє різні моделі здійснення професійної діяльності вчителя в освітній установі.

*Третя педагогічна умова – розвиток здатності до впровадження інновацій в галузі цифрових технологій,* що забезпечить постійний інтерес до розвитку власних знань та умінь у галузі використання засобів віртуальної наочності. Активізація сучасного навчання неможлива без інновацій. Затребуваними в освітньому процесі стають ігрові та імерсивні технології навчання, використання штучного інтелекту тощо. Опанування таких технологій сьогодні базується на усвідомленні важливості навчання молодого покоління інструментами, якими воно активно послуговується (інтернет, мобільні пристрої, соціальні мережі, онлайн-сервіси тощо), та передбачає прагнення у майбутніх учителів шукати нові підходи в навчанні учнів.

На основі моделювання прослідковано зв'язки між впливом умов на компоненти готовності майбутніх учителів математики та інформатики до

застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Показано, що кожна умова впливає мінімум на два компоненти готовності (рис. 3), що додатково свідчить про оптимальність добору організаційних і педагогічних умов реалізації педагогічної системи.

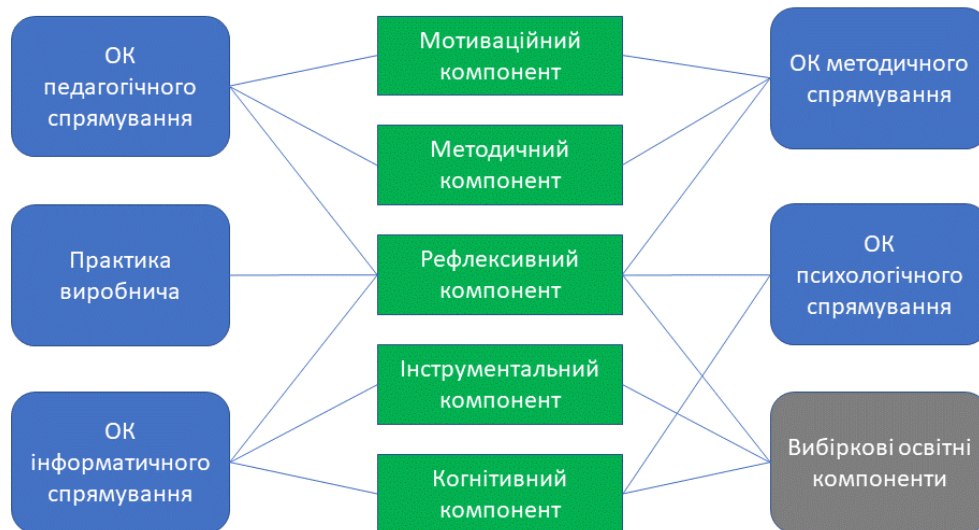


**Рис. 3. Взаємозв'язки між умовами та компонентами готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності**

У ході дослідження на підставі аналізу та узагальнення змісту професійної підготовки вчителів математики та інформатики, що заявлений у відповідних ОПП, з'ясовано, що для підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності важливо внести зміни до освітніх компонентів освітньо-професійних програм і модернізувати їх, передбачивши вивчення певних тем: дисципліни педагогічного спрямування (Історія розвитку засобів візуалізації та впровадження ІТ в освітній процес школи. Потенціал засобів віртуальної наочності у забезпеченні особистісно-орієнтованого підходу до навчання школярів); дисципліни психологічного спрямування (Особливості сприйняття наочних образів. Механізми зорового сприйняття. Покоління альфа та особливості сприйняття ними освітнього контенту. Інклюзивне навчання з використанням засобів віртуальної наочності), дисципліни інформатичного спрямування (Засоби комп'ютерної візуалізації), дисципліни методичного спрямування (Інформаційно-цифрова компетентність як складник педагогічної майстерності вчителя. Моделювання освітнього процесу у школі з використанням засобів віртуальної наочності. Майстерність організації педагогічної взаємодії у процесі застосування засобів віртуальної наочності. Використання засобів віртуальної наочності в організації та проведенні уроків).

Оновлення змісту ОПП і/ або окремих її компонентів сприяє не лише модернізації професійної підготовки, але й формуванню спеціалізованих у

галузі засобів віртуальної наочності та їх використання знань та вмінь. Удосконалення змісту дозволяє увідповіднити результати професійної підготовки учителів з розвитком цифрових засобів та їх впливом на молоде покоління через формування не лише системи предметних знань (математика, інформатика), але й психолого-педагогічних (наприклад, про особливості сприйняття поколіннями Z і альфа інформаційного контенту) та технологічних (наприклад, про особливості організації інформаційно-цифрового середовища у закладі освіти) знань. Таким удосконаленням змісту підтримано розвиток кожного компонента готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Обґрунтовано послідовність вивчення оновлених навчальних дисциплін. На основі методу моделювання унаочнено взаємні зв'язки між навчальними дисциплінами (ОК та ВК) та компонентами готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності (рис. 4).



**Рис. 5. Узаємозв'язки між освітніми компонентами та компонентами готовності вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності**

Провідними формами реалізації педагогічної системи є індивідуальні (курсіві роботи, різні види практик, проєкти) та групові (лекції, практичні\лабораторні заняття, наукові заходи (науково-методичні семінари, міт-апи, конференції)). Провідними методами реалізації педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності є: проєктні методи; евристичні методи навчання; перевернутий клас; інтерактивні методи (веб-квест); кейс-метод. Провідними засобами реалізації педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності є дидактичні

(теоретичний матеріал, задачі, вправи, кейси, індивідуальні домашні завдання) та цифрові (ЩОС ЗВО, Інтернет-ресурси, спеціалізоване ПЗ предметного спрямування, засоби віртуальної наочності, соцмережі).

Отже, у розділі подано вирішення п'ятого завдання дослідження.

У четвертому розділі «**Експериментальна перевірка ефективності педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності**» визначено критерії та схарактеризовано рівні готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності, представлено результати експериментальної перевірки ефективності розробленої педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

На основі структурно-логічного аналізу поняття «готовність майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності», визначеної структури готовності розроблено діагностичний апарат дослідження, зокрема розроблено критерії, визначено їх показники та схарактеризовано рівні.

Серед критеріїв готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності визначено: ціннісно-орієнтаційний критерій (показник – ціннісні орієнтації на використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності); пізнавальний критерій (показник – цифрова обізнаність у засобах віртуальної наочності); технологічний критерій (показник – уміння використовувати засоби віртуальної наочності для створення дидактичних матеріалів); професійно-діяльнісний критерій (показники – уміння розробляти уроки з використанням засобів; уміння критично оцінювати засоби віртуальної наочності з урахуванням потреб організації освітньої діяльності); особистісний критерій (показники – здатність до критичного аналізу; здатність до самоосвіти; рефлексія).

Відповідно до критеріїв і показників схарактеризовано три рівні готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності на рівні:

– *низький рівень* (незадовільний рівень мотивації, прагнень та потреб застосовувати свої знання щодо засобів віртуальної наочності у майбутній професійній діяльності; розрізнені знання лише основних фактів про використання засобів віртуальної наочності; наявність фрагментарних умінь залучати засоби віртуальної наочності для виконання професійних завдань, здатність до самонавчання та самооцінки не розвинена);

– *середній рівень* (наявність вибіркової мотивації, прагнень та потреб застосовувати свої знання щодо засобів віртуальної наочності у майбутній професійній діяльності; сформованість знань базових понять у галузі застосування засобів віртуальної наочності та необхідних умінь їх використовувати; опанування нових засобів ВН часто потребує інструктивних



матеріалів; здатність до точкового визначення зв'язків, знаходження аналогій окремим поняттям, розділам теми; здатність до виокремлення ефективних засобів на основі критичного аналізу; помірна здатність до самонавчання та ефективної самооцінки);

– *високий рівень* (наявність стійкої високорозвиненої мотивації, прагнень та потреб застосовувати свої знання щодо застосування засобів віртуальної наочності у майбутній професійній діяльності, перенесення знань у нові ситуації, створення оригінальних підходів, алгоритмів пізнавальних і практичних дій в організації освітнього процесу на уроках математики та інформатики з використанням засобів віртуальної наочності; здатність критичної оцінки нових цифрових продуктів, до самонавчання та ефективної самооцінки).

З метою визначення рівня сформованості готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності за визначеними показниками дібрано відповідні методики (табл. 1).

Таблиця 1

#### Методики визначення показників готовності

Показники	Методики
Ціннісні орієнтації на використання засобів ВН у професійній діяльності	Методика визначення мотивації професійного навчання студентів (за В. Каташевим), адаптована
Цифрова обізнаність у засобах ВН	Тестова перевірка знань
Уміння використовувати засоби ВН для створення дидактичних матеріалів	Контрольна робота зі створення навчального стенду для однієї з тем шкільного курсу інформатики / математики
Уміння розробляти уроки з використанням засобів ВН	Індивідуальне завдання зі створення та використання засобів віртуальної наочності для окремої теми шкільного курсу математики / інформатики
Уміння критично оцінювати засоби ВН з урахуванням потреб організації освітньої діяльності	Індивідуальне завдання зі створення кейсу з оцінювання засобів віртуальної наочності для окремої теми шкільного курсу математики / інформатики
Здатність до критичного аналізу	Методика «Критичний аналіз» Дж. Баррета
Здатність до самоосвіти	Тестування здатності до саморозвитку
Рефлексія	Опитувальник «Диференціальний тип рефлексії» Д. Леонтьєва, О. Лаптева, Е. Осіна, А. Саліхової

Дослідно-експериментальна робота з упровадження системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності проводилася в три етапи.

На першому етапі (2017) проводився *констатувальний експеримент*, метою якого було визначити стан розробленості проблеми підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності, сформулювати суперечності, які наявні в системі педагогічної освіти, та визначити шляхи їх розв'язання. За результатами проведеного аналізу було уточнено тезаурус дослідження, розроблено діагностичний апарат та здійснено початкову діагностику рівнів готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Для характеристики практичного стану розробленості проблеми дослідження проведено опитування серед учителів (50 осіб), яке засвідчило: всі респонденти використовують у практичній діяльності наочність у вигляді презентацій і демонстраційних матеріалів та вважають використання віртуальної наочності у навчанні учнів сьогодні необхідністю. Понад дві третини опитаних вважають означений процес ефективним та готові до його впровадження. Проте більшість електронного навчального контенту вчителі беруть з Інтернет-джерел, який не завжди відповідає їхнім уподобанням і очікуванням. Незважаючи на те, що більша частина опитаних учителів підвищували свою кваліфікацію з питань упровадження ІТ у практичну діяльність, вони відчують необхідність у розвитку власних умінь упровадження засобів віртуальної наочності в професійну практику. Опитування підтвердило актуальність підготовки вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у навчанні учнів.

Другий етап експерименту (2018-2022 рр.) – *формувальний* – передбачав упровадження в процес професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики розробленої педагогічної системи. До організації і проведення педагогічного експерименту були залучені: Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Луцький національний технічний університет, Львівський національний університет імені Івана Франка, Закарпатський інститут післядипломної педагогічної освіти, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.

До контрольних груп увійшло 205 студентів бакалаврату (КГ1) та 207 студентів магістратури (КГ2), яких навчали у найбільш поширений спосіб. Експериментальну групу становили 203 студенти бакалаврату (ЕГ1) та 215 студентів магістратури (ЕГ2), навчання яких здійснювалося за авторською моделлю. Кількісний аналіз результатів педагогічного експерименту відбувся на *третьому, контрольному, етапі* (2022 р.). Для статистичного аналізу результатів використано критерій Стюдента оцінки середніх, який вимагав

підтвердження нормальності розподілу таких даних, для чого використано критерій хі-квадрат Пірсона. Аналіз даних засвідчив успішність (табл. 2) реалізації авторської системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності за статистичними критеріями на рівні значущості 0,05.

Таблиця 2

## Загальна динаміка середніх за кожним з показників (%)

Показник	Рівні	КГ1	ЕГ1	КГ2	ЕГ2
<b>Ціннісно-орієнтаційний критерій</b>					
Ціннісні орієнтації на використання засобів ВН у професійній діяльності	<i>низький</i>	<b>-3,0</b>	<b>-14,8</b>	<b>-1,9</b>	<b>-8,3</b>
	<i>середній</i>	<b>0,5</b>	<b>12,3</b>	<b>0,5</b>	<b>2,3</b>
	<i>високий</i>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,4</b>	<b>6,0</b>
<b>Пізнавальний критерій</b>					
Цифрова обізнаність у засобах ВН	<i>низький</i>	<b>-2,9</b>	<b>-20,2</b>	<b>-1,9</b>	<b>-8,3</b>
	<i>середній</i>	<b>0,0</b>	<b>19,2</b>	<b>0,5</b>	<b>2,3</b>
	<i>високий</i>	<b>2,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>6,0</b>
<b>Технологічний критерій</b>					
Уміння використовувати засоби ВН для створення дидактичних матеріалів	<i>низький</i>	<b>-15,6</b>	<b>-26,1</b>	<b>-8,2</b>	<b>-19,1</b>
	<i>середній</i>	<b>13,2</b>	<b>22,6</b>	<b>4,9</b>	<b>13,0</b>
	<i>високий</i>	<b>2,4</b>	<b>3,5</b>	<b>3,3</b>	<b>6,1</b>
<b>Професійно-діяльнісний критерій</b>					
Уміння розробляти уроки з використанням засобів ВН	<i>низький</i>	<b>-24,5</b>	<b>-35,5</b>	<b>-6,3</b>	<b>-17,7</b>
	<i>середній</i>	<b>14,7</b>	<b>33,1</b>	<b>-2,9</b>	<b>6,6</b>
	<i>високий</i>	<b>9,8</b>	<b>2,4</b>	<b>9,2</b>	<b>11,1</b>
Уміння критично оцінювати засоби ВН з урахуванням потреб організації освітньої діяльності	<i>низький</i>	<b>-6,8</b>	<b>-19,2</b>	<b>-6,7</b>	<b>-13,0</b>
	<i>середній</i>	<b>6,8</b>	<b>14,8</b>	<b>-2,0</b>	<b>3,2</b>
	<i>високий</i>	<b>0,0</b>	<b>4,4</b>	<b>8,7</b>	<b>9,8</b>
<b>Особистісний критерій</b>					
Здатність до критичного аналізу	<i>низький</i>	<b>-3,9</b>	<b>-12,3</b>	<b>-2,9</b>	<b>-3,3</b>
	<i>середній</i>	<b>6,8</b>	<b>12,3</b>	<b>2,4</b>	<b>0,0</b>
	<i>високий</i>	<b>-2,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>3,3</b>
Здатність до самоосвіти	<i>низький</i>	<b>-1,0</b>	<b>-14,7</b>	<b>-2,9</b>	<b>-8,8</b>
	<i>середній</i>	<b>1,0</b>	<b>13,8</b>	<b>1,9</b>	<b>2,8</b>
	<i>високий</i>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>6,0</b>
Рефлексія	<i>низький</i>	<b>-14,7</b>	<b>-24,2</b>	<b>-2,4</b>	<b>-6,5</b>
	<i>середній</i>	<b>12,2</b>	<b>14,3</b>	<b>1,9</b>	<b>4,2</b>
	<i>високий</i>	<b>2,5</b>	<b>9,9</b>	<b>0,5</b>	<b>2,3</b>

Узагальнення результатів експериментального дослідження дало змогу виявити статистично відмінну від КГ1 і КГ2 позитивну динаміку формування всіх компонентів готовності для ЕГ1 і ЕГ2, проте найбільшу динаміку зафіксовано для показника «Уміння розробляти уроки з використанням засобів

ВН» (35,5%) для студентів бакалаврату і «Уміння використовувати засоби ВН для створення дидактичних матеріалів» (19,1%) для студентів магістратури. Найменшу динаміку підтвердили показник «Здатність до критичного аналізу» (12,3%) для студентів бакалаврату (12,3%) і магістратури (3,3%).

За результатами статистичного аналізу педагогічного експерименту констатовано, що:

1) на формування *мотиваційного компоненту* готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності позитивно впливає організація ЦОС ЗВО, організація постійної комунікації зі стейкхолдерами для усвідомлення потреби опанування засобів віртуальної наочності, активне використання засобів комп'ютерної візуалізації у процесі вивчення професійно орієнтованих дисциплін та умова формування професійної мотивації (орієнтація на опанування засобів віртуальної наочності). Крім того, цей компонент формувався більшою мірою у процесі вивчення професійно орієнтованих дисциплін та дисциплін педагогічного спрямування через обговорення педагогічних проблемних ситуацій, активне залучення засобів віртуальної наочності в освітню діяльність студентів, організацію їх самостійної роботи;

2) на формування *когнітивного та інструментального компонентів* готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності впливає активне використання засобів віртуальної наочності у процесі вивчення професійно орієнтованих дисциплін та організація самостійної роботи з опанування засобів віртуальної наочності через неформальну освіту. Ці компоненти формувалися більшою мірою у процесі вивчення інформатичних дисциплін та розроблених спецкурсів, що вимагало модернізації змісту освітніх програм та форм навчання;

3) формування *методичного компоненту* готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності відбувалося більшою мірою завдяки розвитку здатності до впровадження інновацій у галузі ЦТ, тому цей компонент формувався під час опанування дисциплін методичного спрямування через такі форми роботи, як практикум для збагачення мультимедійного досвіду, тренінги зі створення засобів віртуальної наочності та міт-апи;

4) на формування *рефлексивного компоненту* готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності більшою мірою впливає організація квазіпрофесійної діяльності з використанням засобів віртуальної наочності та організація постійної комунікації зі стейкхолдерами для усвідомлення потреби опанування таких засобів, а тому цей компонент формувався у процесі педагогічної практики та з обов'язковим аналізом її результатів.

Отже, у розділі подано вирішення шостого й сьомого завдань дослідження.

## ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення та наукове розв'язання проблеми професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності через теоретичне обґрунтування, моделювання та експериментальну перевірку відповідної педагогічної системи.

За результатами проведеного дослідження зроблено такі **висновки й узагальнення**.

1. Виявлено стан розробленості проблеми підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Встановлено, збільшення серед молоді візуалів, а також надшвидкий розвиток цифрових технологій актуалізували запит суспільства на посилення ваги наочності й використання цифрових засобів, які дозволяють швидко та якісно унаочнити навчальний матеріал. Водночас показано, що чинні освітньо-професійні програми підготовки не орієнтовані на готовність майбутніх учителів математики та інформатики до якісного візуального супроводу освітнього процесу, не забезпечують здатність потенційних учителів на основі візуальних моделей знань зрозуміло, науково грамотно та швидко в умовах інтенсифікації освітнього процесу донести основні ідеї та сформувані в молоді фундаментальні уявлення про навколишній світ та його закони. Потреба вирішення суперечностей, які властиві сучасній професійній підготовці вчителів математики та інформатики, обумовили потребу розроблення педагогічної системи відповідної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

2. Охарактеризовано і класифіковано засоби віртуальної наочності як цифровий інструмент професійної діяльності вчителів математики та інформатики. Поняття «віртуальна наочність» визначено як продукт (об'єкт, модель тощо), що використовується для показу\ демонстрації під час навчання і створене уявою суб'єкта учіння або ж з використанням комп'ютерних технологій чи засобів учителем чи учнем. Представлено класифікацію віртуальної наочності за типом сприйняття: статична, динамічна, інтерактивна. Засоби віртуальної наочності – це спеціалізоване програмне забезпечення, з використанням якого створюються візуальні продукти (віртуальна наочність), що розробляються за принципом когнітивної візуалізації, враховують психо-фізіологічні особливості сприйняття учнів, активізують їх пізнавальну діяльність і допомагають суб'єктам навчання опанувати навчальний матеріал. Розроблено класифікацію засобів віртуальної наочності за видами професійної діяльності вчителя: спеціалізовані предметні (спеціалізоване ПЗ з математики (СКМ, ПДМ; мобільні додатки; хмарні сервіси); спеціалізоване ПЗ з інформатики (для програмування; комп'ютерна графіка, БД тощо); загальні (для організації цифрового освітнього середовища; для адміністрування освітнього процесу); для супроводу уроку (зокрема, презентаційні матеріали); для організації контролю (опитування, тести); для поширення освітніх ресурсів (відеохостинг тощо); для позанавчальної діяльності (соціальні мережі); для створення VR, AR, MR.

3. З'ясовано сутність і структуру готовності вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Готовність учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності визначається здатністю вчителя використовувати засоби віртуальної наочності у професійній діяльності та інтегрує в собі: прагнення застосовувати віртуальну наочність та засоби її створення в освітньому процесі, спеціалізовані знання (про види й типи віртуальної наочності, різновиди спеціалізованого ПЗ для її створення; методики використання засобів віртуальної наочності з урахуванням психофізіологічних вимог їх розроблення тощо); спеціалізовані технологічні уміння (уміння працювати із засобами віртуальної наочності) та методичні навички (володіння методиками використання засобів віртуальної наочності у навчанні математики та інформатики), а також навички рефлексивної самооцінки успішності використання засобів віртуальної наочності для подальшої творчої самореалізації та професійного самовдосконалення. На основі структурно-логічного аналізу встановлено, що готовність майбутнього вчителя математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності має складну п'яти-компонентну структуру (мотиваційний як усвідомлення потреби використовувати засоби віртуальної наочності у професійній діяльності; когнітивний як система знань про засоби віртуальної наочності та особливості їх застосування у професійній діяльності вчителя; інструментальний як система умінь використовувати засоби віртуальної наочності для створення дидактичних матеріалів (математика\інформатика); методичний як володіння методиками використання віртуальної наочності у навчанні математики\інформатики; рефлексивний – навички критичного аналізу результатів використання засобів віртуальної наочності в освітньому процесі).

4. Теоретично обґрунтовано педагогічну систему підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Педагогічна система спрямована на інтегративний і поетапний (мотиваційно-орієнтаційний, технологічний, квазіпрофесійний базовий, квазіпрофесійний поглиблений) розвиток компонентів відповідної готовності, передбачає опору на низку методологічних підходів і принципів навчання, яким підпорядковані модернізація змісту професійної підготовки (модернізація освітньо-професійних програм з посиленням акцентів на використання ІТ у професійній діяльності; модернізація змісту дисциплін психологічної, педагогічної, методичної підготовки з акцентом на використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності вчителя; активна підтримка інформатико-математичних дисциплін наочними дидактичними засобами, у т.ч. з використанням засобів віртуальної наочності; введення до змісту ОПП навчальних дисциплін з опанування засобів віртуальної наочності та особливостей їх використання у професійній діяльності вчителя; розширення видів звітності за результатами практики; розширення переліку вибіркового

дисциплін авторськими спецкурсами з опанування різних засобів ВН) і використання традиційних та інноваційних форм, методів і засобів навчання.

5. Визначено практичні аспекти реалізації підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності як спеціально організований процес: відбувається через педагогічну систему, реалізація якої спирається на ЦОС ЗВО; вимагає врахування розвитку інформаційних технологій у галузі освіти та цифрових технологій у галузі унаочнення навчального матеріалу (математика\інформатика); потребує формування знань про сучасні підходи до візуалізації знань та наявні цифрові інструменти унаочнення навчального матеріалу (математика\інформатика); потребує формування навичок критичного аналізу, порівняння та оцінки засобів віртуальної наочності та методичних умінь застосовувати засоби віртуальної наочності у професійній діяльності; вимагає дотримання організаційних (організація ЦОС ЗВО; організація квазіпрофесійної діяльності з використанням засобів віртуальної наочності; організація постійної комунікації зі стейкхолдерами для усвідомлення потреби опанування засобів віртуальної наочності; організація самостійної роботи з опанування засобів віртуальної наочності через неформальну освіту) та педагогічних (посилення мотивації використовувати засоби віртуальної наочності; активне використання засобів комп'ютерної візуалізації у процесі вивчення професійно орієнтованих дисциплін; розвиток здатності до впровадження інновацій в галузі ЦТ) умов.

6. Визначено критеріальні показники і схарактеризовано рівні готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Обґрунтовано, що готовність майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності визначається низкою критеріальних показників: ціннісно-орієнтаційний критерій (показник – ціннісні орієнтації на використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності); пізнавальний критерій (показник – цифрова обізнаність у засобах віртуальної наочності); технологічний критерій (показник – уміння використовувати засоби віртуальної наочності для створення дидактичних матеріалів); професійно-діяльнісний критерій (показники – уміння розробляти уроки з використанням засобів; уміння критично оцінювати засоби віртуальної наочності з урахуванням потреб організації освітньої діяльності); особистісний критерій (показники – здатність до критичного аналізу; здатність до самоосвіти; рефлексія). Якісними характеристиками показників схарактеризовано рівні готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності (низький, середній, високий).

7. Експериментально перевірено ефективність розробленої педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та

інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Зібраний емпіричний матеріал та проведений на його основі статистичний аналіз на рівні значущості 0,05 підтвердили ефективність формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності в межах розробленої системи. Найбільшу динаміку в ЕГ (рівень вищої освіти «бакалавр») зафіксовано для показника «Уміння розробляти уроки з використанням засобів віртуальної наочності» (-35,5% низького рівня перейшли в +33,1% середнього та +2,4% високого рівня). Найбільшу динаміку в ЕГ (рівень вищої освіти «магістр») зафіксовано для показника «Уміння використовувати засоби віртуальної для створення дидактичних матеріалів» (-19,1% низького рівня перейшли в +13,0% середнього та +6,1% високого рівня). Найменшу динаміку в ЕГ (рівень вищої освіти «бакалавр» і «магістр») зафіксовано для показника «Здатність до критичного аналізу» (для бакалаврів -12,3% низького рівня перейшли в +12,3% середнього рівня; для магістрів -3,3% низького рівня перейшли в +3,3% високого рівня). За результатами педагогічного експерименту надано практичні рекомендації до підготовки вчителів математики та інформатики.

Проведене дослідження вирішило проблему підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Разом із тим фрагментарно вирішеними і потребують окремих досліджень наукові пошуки за такими напрямками: підготовка вчителів інших спеціальностей до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності; підготовка вчителів природничих спеціальностей до використання доповненої реальності в освітньому процесі. Актуальності набувають дослідження підготовки вчителів з використанням штучного інтелекту та візуальних образів, що побудовані з його використанням.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографії*

1. Мулеса П. П. Засоби віртуальної наочності в освітньому процесі та підготовка вчителів математики та інформатики до їх використання : монографія / науковий редактор О. В. Семеніхіна. Суми : ФОП Цьома С. П., 2023. 298 с.

### *Статті у наукових фахових виданнях України*

2. Мулеса П., Семеніхіна О. Соціальні мережі як цифровий інструмент професійної діяльності вчителя. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г.Шевченка. Педагогічні науки.* 2021. Випуск 14–15. С.145-150. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5938818>.
3. Юрченко А, Мулеса П., Лобода В., Острога М. Соціальні сервіси як майданчик для супроводу освітнього процесу і навчання інформатики. *Фізико-математична освіта.* 2022. Том 34. № 2. С. 63-70. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-010>.



4. Mulesa P. Analysis of the state of development of the problem of professional training future teachers of mathematics and information sciences. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2022. Том 10, № 4. С. 20-26. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i4-003>.
5. Мулеса П. П., Удовиченко О. М. Проблеми професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики у парадигмі наявних суперечностей. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2022. Вип. 206. С. 183-187. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-206-183-187>.
6. Мулеса П. Моделювання педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2022. Том 10, № 6. С. 31-37. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i6-004>.
7. Мулеса П. Засоби віртуальної наочності як інструмент навчання для сучасного вчителя. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2022. Том 10, № 5. С. 11-18. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i5-002>.
8. Mulesa P. Analysis of the state of development of the problem of professional training future teachers of mathematics and information sciences. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2022. Том 10, № 4. С. 20-26. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i4-003>.
9. Мулеса П. Аналіз вимог до результатів підготовки вчителів математики та інформатики щодо готовності використовувати ними засоби віртуальної наочності. *Фізико-математична освіта*. 2022. Том 37. № 5. С. 50-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-007>.
10. Мулеса П. П. Сутність і структура готовності вчителів до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. *Інноваційна педагогіка*. 2023. Випуск 58. Том 2. С. 81-85. <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2023/58.2.17>.
11. Мулеса П. Специфічні принципи підготовки вчителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2022. Том 10, № 8. С. 12-18. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol10i8-002>.
12. Mulesa P., Yurchenko K. Mathematics teacher training results through the prism of stakeholders' opinions. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2023. № 2 (126). С. 389-398. <https://doi.org/10.24139/2312-5993/2023.02/389-398>.
13. Мулеса П. Підготовка майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності: обґрунтування організаційних умов. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2023. Том 11, № 2. С. 25-30. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i2-004>.
14. Мулеса П., Семеніхіна О. Педагогічні умови підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. *Фізико-математична освіта*. 2023. Том 38. № 2. С. 37-42. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-2-006>.

15. Мулеса П.П., Юрченко А.О. Критерії і показники готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. *Вісник науки та освіти (Серія «Філологія», Серія «Педагогіка», Серія «Соціологія», Серія «Культура і мистецтво», Серія «Історія та археологія»)*. 2023. № 6 (12). С. 547-561. [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6\(12\)-547-561](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6(12)-547-561).
16. Mulesa P., Yurchenko A., Semenikhina O. Diagnostic apparatus of researching the results of preparing teachers to use virtual visibility tools in professional activities. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2023. Вип. 2 (53). С. 94-99. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2023.53.94-99>.
- Статті у періодичних виданнях зарубіжних країн та виданнях, що входять до світових наукометричних баз, у тому числі Scopus та Web of Science:*
17. Bodyanskiy Ye., Vynokurova O., Pliss I., Mulesa P. Evolving wavelet-neuro-fuzzy systems in Dynamical Data Mining and Soft computing tasks. *Soft Computing: Developments, Methods, and Applications*. Ed. Alan Casey, Nova Science Publishers. 2016. 152 p. Chapter 3, P. 69-145. ISBN 978-163485151-0, 978-163485133-6 <http://surl.li/rarob> (Scopus)
18. Bodyanskiy Ye., Vynokurova O., Peleshko D., Setlak G., Mulesa P. Adaptive multivariate generalized additive neuro-fuzzy systems and its on-board fast learning. *Neurocomputing*. 2017. 230. P. 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.12.042>. (Scopus (Q1), Web of Science)
19. Shtymak A., Malyar M., Mulesa P. Procedure for determination of professional competence of a higher education institution graduate Proc. *2020 IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP)*, August 21-25, 2020. Lviv, Ukraine, pp. 460-463. <https://doi.org/10.1109/DSMP47368.2020.9204112>. (Scopus, Web of Science)
20. Drushlyak M., Semenikhina O., Kharchenko I., Mulesa P., Shamonina V. Effectiveness of Digital Technologies in Inclusive Learning for Teacher Preparation. *Journal of Learning for Development*. 2023. Vol. 10 (2). Pp. 177–195. <https://doi.org/10.56059/jl4d.v10i2.777>. (Scopus (Q3))
21. Mulesa P., Momot R., Semenikhina O. Conceptual Foundations For Preparing Mathematics And Computer Science Teachers For The Use Of Virtual Clarity Means. *Pedagogy and Education Management Review*. 2022. Vol. 4. Pp. 13–23. <https://doi.org/10.36690/2733-2039-2022-4-13>.
22. Drushlyak M., Sabadosh Y., Mulesa P., Diemientiev E., Yurchenko A., Semenikhina O. QR Codes as an Educational Tool for Implementing the BYOD Approach in Physics Lessons. *2023 46th MIPRO ICT and Electronics Convention (MIPRO)*, Opatija, Croatia, 2023. Pp. 584-589. <https://doi.org/10.23919/MIPRO57284.2023.10159739>. (Scopus)
23. Yurchenko A., Mulesa P., Semenikhina O. Individual Educational Trajectory Building as a Successful Teacher Skill In The Digital Age. *Pedagogy and*

*Навчально-методичні праці*

24. Маляр М. М., Шаркаді М. М., Мулеса П. П. Комп'ютерні мережі. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів III-го курсу математичного факультету спеціальності «Прикладна математика»: метод. рекомендації. Ужгород, 2016. 28 с.
25. Мулеса П. П. Архітектура обчислювальних систем. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів II-го курсу математичного факультету спеціальності «Прикладна математика»: метод. рекомендації. Ужгород, 2016. 22 с.
26. Мулеса О. Ю., Мулеса П. П. Бази даних і інформаційні системи. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів III-го курсу математичного факультету спеціальності «Прикладна математика»: метод. рекомендації. Ужгород, 2016. 25 с.
27. Штимак А.Ю., Мулеса П.П. Спеціальне програмне забезпечення для захисту операційних систем (конспект лекцій для студентів математичного факультету). Конспект лекцій. Ужгород, 2017. 32 с.
28. Повідайчик М. М., Мулеса П. П., Герич М. С., Шулла М. П., Попович А. О. Деякі методи розв'язування раціональних нерівностей: методичні рекомендації для студентів спеціальностей «Дошкільна освіта», «Початкова освіта» та «Середня освіта». Ужгород: Видавництво УЖНУ «Говерла», 2022. 47 с.

*Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

29. Мулеса П. П., Бойко А. І., Лазарик В. Е. Методи покращення освітнього процесу предмету математика в сьогоденні. *Experimental and theoretical research in modern science* : Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference. Kishinev, Moldova 4-5.11.2021. С. 86-88 <https://interconf.top/documents/2021.11.4-5.pdf>
30. Semenikhina, O., Drushlyak, M., Proshkin, V. and Mulesa, P. Pre-Service Teachers' Preparation for Students' Computer Modeling Skills Formation (on the Example of GeoGebra). *In Proceedings of the 2nd Myroslav I. Zhaldak Symposium on Advances in Educational Technology (AET 2021)*, pp. 338-348.
31. Мулеса П., Кепша Г., Лазарик В. Платформа для вивчення математики «МАТИФІК». *Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference. Science, education, innovation: topical issues and modern aspects*. Tallinn, Estonia 25-26.12.2021. С.199-200. <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/issue/view/25-26.12.2021/712>
32. Мулеса П. П., Рошко Д. В. Візуалізація даних в освітньому процесі. *Теорія прийняття рішень*: праці X міжнар. школи-семінару. Ужгород, 2021. С. 68.
33. Мулеса П. П. Використання онлайн сервісів для візуалізації інформації в освітньому процесі. *Інформаційні технології в професійній діяльності* :

матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції. Рівне, 2021. С. 136-137.

34. Mulesa P. About the means of virtual clarity. *Сучасні інформаційні технології в освіті і науці* : XIV Всеукр. наук.-практ. конф. для молодих учених та здобувачів освіти (16-17 березня 2023 р.) / Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини, Ін-т інформ. техн. і засоб. навч. НАПН України [та ін.]. Умань, 2023. С. 69-71.
35. Мулеса П. П. Візуально-цифровий підхід у підготовці майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матеріали XIV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Кропивницький, 20 листопада – 8 грудня 2022 року). Кропивницький : РВВ ЦДУ ім. В. Винниченка, 2022. С. 82-83.
36. Мулеса П. П. Принципи використання засобів віртуальної наочності у професійній підготовці майбутніх учителів математики та інформатики. *Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації*: матеріали IV Міжнародної наукової конференції (м. Івано-Франківськ, 2 грудня, 2022 р.). Вінниця: Європейська наукова платформа, 2022. С. 188-190.
37. Мулеса П. П. Принцип «провідної ідеї» у професійній підготовці майбутніх учителів математики та інформатики. *Актуальні питання науки, освіти та технологій*: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 26 листопада 2022 р.): у 2 ч. Біла Церква: ЦФЕНД, 2022. Ч. 1. С. 26-27.
38. Мулеса П. П. Вимоги до результатів професійної підготовки вчителів математики та інформатики у контексті їх підготовки до використання засобів віртуальної наочності. *Наука, освіта та суспільство в XXI столітті: наукові ідеї та механізми реалізації*: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 19 листопада 2022 р.): у 2 ч. Ч. 1. Кропивницький: ЦФЕНД, 2022. С. 36-38.
39. Мулеса П. П. Інновації у професійній підготовці майбутніх учителів математики та інформатики на основі засобів віртуальної наочності. *Запровадження інноваційних освітніх практик як засіб підвищення якості національної освіти* : матеріали Усеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції (м. Харків, 29 листопада 2022 року). URL : <https://sites.google.com/view/nnc-hgpa>
40. Горват І. В., Мулеса П. П. Роль візуалізації у вивченні математичних дисциплін. *Підсумкова студентська наукова конференція факультету математики та цифрових технологій ДВНЗ «УжНУ»* : наукова конференція, збірник тез доповідей. Ужгород, 18 травня 2022 року. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2022. С. 39
41. Mulesa P. About creating a system of teachers' preparation for the usage of the application of virtual visibility in professional activities. *Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції*: збірник матеріалів

Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Кропивницький, 21 квітня 2023 року). Кропивницький : ДонДУВС, 2023. С. 232-234.

### АНОТАЦІЇ

**Мулеса П.П. Теорія і практика підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. – Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. – Суми, 2024.

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення та наукове розв'язання проблеми підготовки вчителів математики та інформатики здійснювати якісний візуальний супровід освітнього процесу, що полягає в обґрунтуванні та експериментальній перевірці педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Введено в науковий обіг поняття «засоби віртуальної наочності», класифіковано засоби віртуальної наочності за видами професійної діяльності вчителя. Визначено сутність поняття «готовність учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності» та описано його структуру в єдності мотиваційного, когнітивного, інструментального, методичного, рефлексивного компонентів. Теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено педагогічну систему підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Обґрунтовано організаційні та педагогічні умови до ефективної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Описано практичну реалізацію педагогічної системи: модернізацію змісту, ефективні форми, методи і засоби навчання. На основі статистичного аналізу емпіричних даних підтверджено вірогідність гіпотези дослідження про ефективність розробленої педагогічної системи на рівні значущості 0,05.

*Ключові слова:* підготовка вчителя, вчителі математики та інформатики, засоби віртуальної наочності, готовність до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності, професійна підготовка.

**Mulesa P.P. Theory and Practice of Preparing Future Teachers of Mathematics and Computer Science for Using Virtual Visibility Tools in Professional Practice.** – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for a Doctor of Pedagogics Science degree in the specialty 13.00.04 – Theory and Methodology of Professional Education. – Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko. – Sumy, 2024.

The dissertation provides a theoretical framework for effectively training future mathematics and computer science teachers in using virtual visibility tools in their professional practice and presents a solution.

The training of prospective mathematics and computer science teachers in utilizing virtual visibility tools for professional purposes is examined. It has been established that the increase in visual learners among young individuals correlates with advancements in information technology and the adoption of digital tools that facilitate the rapid and efficient visualization of educational content. It has been demonstrated that current educational and professional training programs for future math and computer science teachers need to sufficiently prioritize equipping them with the skills necessary for adequate visibility support in educational settings. Additionally, these programs must teach potential teachers how to convey vital concepts and form fundamental understandings of the world and its principles using visual models. This lack is particularly concerning, given the escalating intensity of the education process.

The virtual visibility tools are characterized and classified as digital tools for the professional activity of teachers of mathematics and computer science. The classification of virtual visibility by the type of perception is presented: static, dynamic, and interactive. A classification of virtual visibility tools by types of teacher's professional activity has been developed: specialized subject (specialized software in mathematics (system of computer mathematics, program of dynamic mathematics; mobile applications; cloud services); specialized software in computer science (for programming; computer graphics, database and other); general (for the organization of the digital educational environment; for the administration of the educational process); for lesson support (in particular, presentation materials); for the organization of control (surveys, tests); for distribution educational resources (video hosting and other); for extracurricular activities (social networks); to create VR, AR, MR.

The sense and structure of teachers' mathematics and computer science preparedness to use virtual visibility tools in their professional pursuits are expounded. Based on the structural and logical analysis, it has been established that the readiness of future mathematics and computer science teachers to use virtual visibility tools in their professional activities consists of five components. The motivational component involves awareness of the importance of virtual visibility tools in professional activities. The cognitive component refers to a system of knowledge concerning virtual visibility tools and their application in a teacher's professional activity. The instrumental component entails acquiring the skills necessary to create didactic materials in mathematics and computer science using virtual visibility tools. The methodical component involves mastering virtual visibility tools for teaching mathematics and computer science. Lastly, the reflexive component encompasses the skills required for critically analyzing the outcomes of using virtual visibility tools in the educational process.

The pedagogical system of training future mathematics and computer science teachers for the use of virtual visibility tools in professional activities is theoretically substantiated. The pedagogical system is aimed at integrative and step-by-step (motivational and oriented, technological, quasi-professional basic, quasi-professional in-depth) development of components of appropriate readiness, provides for reliance on a number of methodological approaches and principles of training,

which are subordinated to the modernization of the content of professional training (modernization of educational and professional programs with increased emphasis on the use of IT in professional activities; modernization of the content of disciplines of psychological, pedagogical, methodical training with an emphasis on the use of virtual visibility tools in the teacher's professional activity; active support of computer science and mathematics disciplines with visual didactic aids, including the use of virtual visibility tools; introduction to the content of academic disciplines on mastering the virtual visibility tools and the features of their use in the professional activity of the teacher; expanding the types of reporting based on the results of practice; expanding the list of elective disciplines with the author's special courses on mastering various virtual visual tools) and the use of traditional and innovative forms, methods and means of teaching.

The practical aspects of the implementation of the training of future teachers of mathematics and computer science for the use of virtual visualization tools in professional activities are determined. The implementation of training for future mathematics and computer science teachers in the use of virtual visibility tools requires compliance with organizational conditions. This includes organizing the information and digital and education environment of the university, arranging quasi-professional activities using virtual visibility tools, and maintaining constant communication with stakeholders to emphasize the importance of mastering virtual visualization tools in professional activities. Organizing independent work to master virtual visualization through non-formal education and pedagogical means involves enhancing motivation to use higher education tools, utilizing computer visualization in studying profession-oriented disciplines, and developing innovation implementation skills in IT. Implementing the developed pedagogical system necessitates causal connections between statements and a clear, logical progression.

Criterion indicators are defined, and the levels of readiness of future teachers of mathematics and computer science to use virtual visibility tools in professional activities are characterized.

The effectiveness of the developed pedagogical system for training future mathematics and informatics teachers in using virtual visibility tools in professional activity was experimentally verified.

**Keywords:** teacher training, mathematics teachers, computer science teachers, virtual visibility tools, readiness to use virtual visibility tools in professional activities, professional training.